

70 – Control programado: Tipos, Elementos y Características

INDICE

- 0. *Introducción*
- 1. *Contro Programado*
- 2. *Microprocesadores*
 - 2.1. Partes de un microprocesador
- 3. *Programación rígida y flexible*
 - 3.1. Programación rígida
 - 3.2. Programación flexible
- 4. *Lenguajes de programación*
- 5. *Códigos de programación*
 - 5.1. Códigos binarios
 - 5.2. Código Hexadecimal
- 6. *Interfaces*
- 7. *Sistema básico microordenador*
- 8. *Controladores lógicos programables PLC's (AUTÓMATAS PROGRAMABLES)*
 - 8.1. Estructura interna de un PLC
 - 8.2. Software de autómatas
 - 8.3. Conexionado e instalación

0. INTRODUCCIÓN

Es el control programado el que, a partir de un número determinado de elementos y funciones para realizar, se emplea con mayor frecuencia en los procesos industriales. A su facilidad de modificación se une la comodidad de la supervisión, ya que ésta puede realizarse desde un único puesto de mando.

1. CONTRO PROGRAMADO

Llamamos control programado a aquel que es realizado con un dispositivo cuyo proceso de operación está definido por un programa o lista de instrucciones, y no por un circuito cableado.

En un control programado podemos distinguir dos partes funcionales:

El **hardware** es el conjunto de todos los elementos físicos o circuitos electrónicos necesarios para procesar la información del programa. Estos elementos y su disposición no han de ser modificados aun cuando se modifique la aplicación. Las características del hardware son: la longitud de la palabra procesada, el ciclo de instrucción, la capacidad de direccionamiento y la capacidad de interrupción.

El **software** es el conjunto de elementos del sistema que pueden ser modificados, como el programa de instrucciones o las listas de datos. Por tanto, no se trata de elementos físicos del sistema, sino de información que es introducida por el programador a través del periférico correspondiente, en un sistema o bloque de almacenamiento. Esta información es posteriormente interpretada en el modo adecuado por las instrucciones que contiene el programa, de forma secuencial. Las características del software son: el número de instrucciones, los lenguajes de programación, posibilidades de trabajo en tiempo real y los sistemas operativos empleados.

Un control programado consta, básicamente, de las siguientes partes fundamentales: Unidad Central de Proceso (CPU), memoria, unidad de entradas/salidas y el programa.

2. MICROPROCESADORES

Los microprocesadores son los circuitos integrados que constituyen la CPU de cualquier sistema de control programado. En términos generales se encargan de procesar el programa almacenado en memoria.

Las líneas de conexión que acceden al microprocesador son las siguientes:

- **Bus de datos.** Por estas líneas acceden las instrucciones y los datos que son procesados por la CPU.
- **Bus de direcciones.** Por estas líneas circula información del microprocesador al resto de las unidades del sistema, relativa al direccionamiento o lugar de la memoria en que se encuentra la instrucción que se desea extraer.
- **Bus de control.** Su misión es la supervisión de las unidades complementarias y las operaciones que se realizan en el proceso, tales como lectura, escritura, supervisión de la memoria, etc.
- **Señal de reloj.** Aporta una serie de impulsos cuya cadencia marca el ritmo o velocidad del procesamiento.
- **Alimentación eléctrica.** Imprescindible para que el dispositivo funcione.

2.1. Partes de un microprocesador

Unidad de control. Su misión consiste en interpretar las instrucciones a través de un decodificador y provocar y supervisar las operaciones de ejecución.

Unidad aritmético-lógica. Es el bloque donde se realizan todas las operaciones que le ordena la unidad de control.

Acumulador. Se trata de un registro de tipo general que está estrechamente ligado con la unidad aritmético-lógica, pues sirve como almacén inmediato de un dato sobre el que se realiza la operación.

Contador de programas. Se trata de un registro contador cuya función consiste en señalar la dirección de la siguiente palabra de información que se debe procesar.

Las características básicas en las que se fundamenta el desarrollo de los microprocesadores son:

- **Capacidad de memoria direccionable:** que se determina en función del número de líneas del bus de direcciones (2^n , siendo n el número de esas líneas).
- **Velocidad de ejecución:** que está estrechamente ligada a la tecnología en la que está construido el microprocesador.

3. PROGRAMACIÓN RÍGIDA Y FLEXIBLE

3.1. Programación rígida

El **firmware** es la parte que, entrando en los dominios del software, interviene en el sistema con unas características propias del hardware.

El firmware define al conjunto de instrucciones y programas de control que no pueden ser alterados por el usuario y que residen dentro del sistema en una memoria de carácter permanente o de sólo lectura (ROM). Ésta memoria, normalmente, es programada en el proceso de fabricación.

Otros tipos de memoria en las que albergar esas operaciones elementales son:

Memoria PROM: son memorias que pueden ser programadas una sola vez.

Memoria UV-EPROM: son memorias de solo lectura, programables eléctricamente, pero estas pueden ser borradas sometiéndolas a una radiación ultravioleta y reprogramadas de nuevo, aunque dentro del proceso se comporten como una memoria de solo lectura.

3.2. Programación flexible

La parte de la programación de un sistema de control referida al caso concreto de la aplicación misma podríamos calificarla como bloques de programación flexible del tipo lectura-escritura (memoria tipo RAM).

Existen dos clases perfectamente diferenciadas:

Las memorias **RAM estáticas** poseen por cada punto de memoria, elementos semiconductores biestables que retienen la información almacenada hasta que ésta es modificada por una nueva operación de escritura.

Las memorias **RAM dinámicas** almacenan los puntos o bits de información en forma de la presencia o ausencia de carga en un condensador. En este caso, la lectura es destructiva, por lo que se debe responder posteriormente al dato extraído.

Existen otros tipos de memorias RAM basadas en tecnologías diferentes y que cada día van evolucionando vertiginosamente, pero todas se caracterizan por dos parámetros: el tiempo de acceso a la información en ella contenida y el ancho de banda o cantidad de información capaz de transferir a la memoria en una operación de lectura-escritura.

4. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

El establecimiento de los programas ha de realizarse descomponiendo éstos en partes elementales, denominadas instrucciones. Las instrucciones han de estar en unos términos o en un “lenguaje” que pueda ser interpretado por el sistema. La única forma de expresar una instrucción será en forma de estados binarios.

A este modo de expresión se le denomina **lenguaje máquina**, y está constituido por una serie de dígitos (8, 16, 32), cuyo estado o valor puede ser 0 ó 1.

Para que el hombre pueda entender este lenguaje se ideó el lenguaje simbólico, también denominado lenguaje **ensamblador** o fuente.

Está constituido a base de letras y números. Todavía conservando una correspondencia directa con las instrucciones realizadas con lenguaje máquina y cuyo formato básico puede descomponerse en dos partes: código de operación y código de operando.

El código de operación es el que da significado a la instrucción, y representa la orden y operación que se ha de realizar. El código de operando representa el objeto (número, variable o lugar de memoria) sobre el que ha de realizarse la operación.

Tanto los lenguajes máquina como el lenguaje ensamblador difieren tanto en su léxico como en su significado de unas familias de microprocesadores a otras. Pero existen otros tipos de lenguajes de programación más evolucionados y próximos al lenguaje hablado, que pueden compatibilizar aplicaciones entre los distintos sistemas. Éstos son los denominados lenguajes de alto nivel. Algunos de los primeros lenguajes utilizados fueron: FORTRAN, COBOL, Basic y PASCAL, actualmente se utilizan otros lenguajes de alto nivel como Visual C++, Visual Basic, Java, etc.

Para que estos lenguajes puedan ser ejecutados por el sistema necesitan ser traducidos al lenguaje máquina, para ello en los primeros lenguajes se utilizaban programas intérprete que traducían el programa instrucción a instrucción (Basic), actualmente se utilizan compiladores que traducen todo el programa creado al lenguaje máquina generando un fichero con todo el código máquina de este programa, fichero que será utilizado para la ejecución de dicho programa.

5. CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN

El sistema de numeración binario y todas sus variantes son las que, de algún modo, configuran las distintas expresiones que forman los diversos lenguajes máquina de los sistemas.

La idoneidad del sistema binario para la comunicación de las distintas partes de un control programado ha hecho que proliferen las adaptaciones que adoptan cada uno de los equipos.

5.1. Códigos binarios

El código **BCD natural** se basa en la interpretación de un número decimal (para su conversión), dígito a dígito. Así, el código BCD sólo utiliza para representar cada dígito decimal (0 a 9) cuatro dígitos binarios.

El código **BCD exceso a tres** tiene los mismos criterios de codificación que al BCD natural; sin embargo, cambia la configuración de cada cifra decimal representada, ya que su criterio de formación es

representar un número binario que es la suma del número decimal correspondiente más tres.

El **código GRAY** basa su configuración en que, para pasar de un número al siguiente, sólo cambia un dígito binario de los cuatro que forman cada cifra.

El **código ASCII**, ya sea de 6 ó 7 bits, se encarga de codificar, además de las diez cifras decimales (0 a 9), una serie de caracteres y símbolos hasta completar el total de las combinaciones posibles. Se codifican caracteres alfabéticos, símbolos especiales, expresiones sintácticas y símbolos que intervienen en las instrucciones operativas de las unidades periféricas. Estos códigos son ampliamente utilizados para el acceso a sistemas de ordenadores.

5.2. Código Hexadecimal

En el sistema hexadecimal se representan 16 cifras, de las cuales las 10 primeras corresponden a los 10 primeros dígitos del sistema decimal, y los otros seis son letras (A, B, C, D, E, F).

La ventaja de este sistema es que cada símbolo hexadecimal se codifica mediante cuatro dígitos binarios (código BCD) y, viceversa, cada grupo de cuatro bits se representa por una cifra hexadecimal; con lo cual se realizan de forma sencilla las conversiones entre ambos sistemas.

	Código BCD natural			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

6. INTERFACES

Podemos definir a los interfaces como aquellos dispositivos que se encargan de establecer la comunicación adecuada entre el sistema y su entorno. Esta comunicación ha de realizarse con elementos tales como teclados, pantallas, impresoras, módems, etc.

Hay dos formas básicas de transmitir la información digital de un punto a otro, en paralelo o en serie.

Si la palabra de información binaria que se pretende transmitir tiene 8 bits, con la transmisión en paralelo se transmiten todos los bits simultáneamente (en un solo ciclo de reloj), a través de 8 líneas de datos entre un punto y otro.

La transmisión se hace en un tiempo corto, pero con un alto costo material, debido al número de hilos. Aparte del bus de datos, se requiere alguna línea de control y sincronización.

Otra forma de transmitir datos, sobre todo cuando el tiempo empleado en la transmisión no es determinante, es la transmisión serie. En este caso los datos se transmiten bit a bit, por cada ciclo de reloj, hasta completar la palabra de información. La transmisión se realiza a través de una sola línea, con lo cual, aunque el tiempo empleado en la transmisión es superior a la transmisión en paralelo, el ahorro en conductores que se obtiene hace que este tipo sea bastante más empleado.

Normalmente, las unidades de entrada y salida incorporan varias puertas en paralelo y en serie que se encargan de la transmisión de datos. La ordenación, control tratamiento de las operaciones que afectan a los módulos interfaces pueden tratarse mediante uno de los siguientes modos:

- A través de instrucciones específicas contenidas en el programa de trabajo.
- Mediante lo que se denomina acceso directo a memoria sin intervención de la CPU (DMA).
- Realizando interrupciones deteniendo el programa en ejecución, a través de las líneas de interrupción correspondientes, y realizando un programa específico para atender la transmisión.
- Asignando posiciones de memoria a las entradas y salidas, integrándolas adecuadamente en el mapa de memoria.

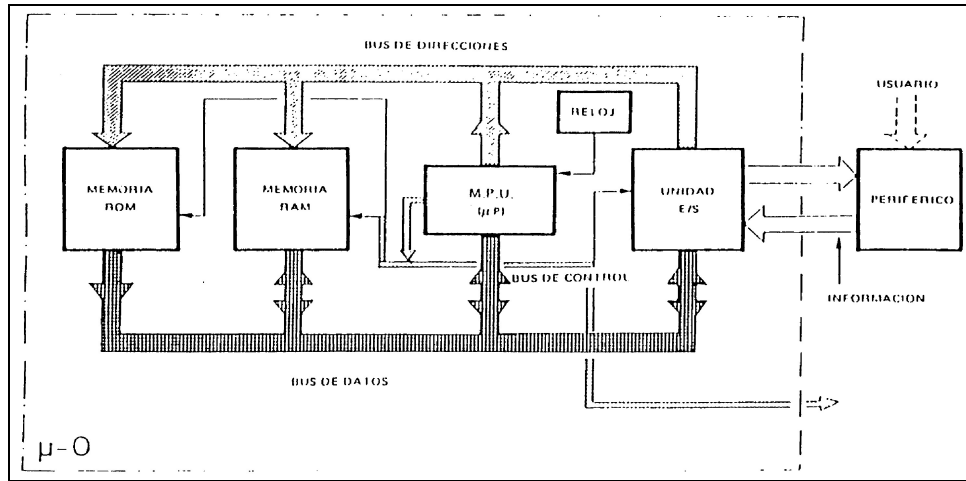
Para enlazar el sistema con todo tipo de periféricos exteriores se plantean dos soluciones:

- A través de circuitos especializados para cada tipo concreto de periférico.
- Utilizando circuitos integradores de tipo universal, cuya adaptación al tipo concreto se realiza por software.

7. SISTEMA BÁSICO MICROORDENADOR

Un microprocesador, en sí mismo, no puede realizar todas las operaciones que requiere cualquier sistema programable. Aunque es el corazón del mismo, necesita de otros módulos y componentes para constituir un sistema mínimamente operativo.

Un sistema básico posee una estructura semejante a la figura:



Esta estructura elemental constituye en sí misma un sistema microordenador. Aparte de la CPU, se distingue la memoria RAM, el bus de direcciones, el bus de datos, la memoria ROM y las unidades de entrada y salida, las cuales también deberán adaptar la velocidad de trabajo del sistema a la de los periféricos, o bien, la de traducir la información que entra y sale del microprocesador.

8. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES PLC's (AUTÓMATAS PROGRAMABLES)

Son sistemas electrónicos de control programable, basados en microprocesador. Estos dispositivos se encuentran en una posición intermedia entre los sistemas de lógica cableada y los sistemas microordenadores. Sustituyen a los complejos sistemas a base de relés o puertas lógicas cableadas.

La estructura externa del controlador lógico programable PLC se presenta en dos formas distintas: mediante estructura compacta y mediante estructura modular.

8.1. Estructura interna de un PLC

Se distinguen los siguientes bloques:

- **Sección o unidades de entradas y salidas** en las que están integrados elementos que adaptan las señales exteriores, correspondientes a entradas digitales y analógicas (codificándolas); y por otra parte, convierten las señales internas del sistema (amplificándolas) en las correspondientes señales de mando a los distintos actuadores.
- **La CPU**, constituida por el correspondiente microprocesador.
- **La unidad de alimentación**, que adapta la tensión alterna de la red a la de funcionamiento de los circuitos electrónicos internos.
- **La memoria del sistema**. Integrada en una memoria ROM y en otra memoria RAM.
- **Interfaces para periféricos**, cuya función consiste en comunicar el sistema con su entorno.

8.2. Software de autómatas

Los equipos que se encargan de introducir el programa y realizar las distintas funciones de programación pueden dividirse en los siguientes niveles o tipos:

- **Unidades de programación**: con teclado específico y visualización para una o varias líneas de programa. Desde esta unidad se pueden realizar funciones de programación en el lenguaje ensamblador adecuado.

- **PC's compatibles:** adaptados mediante las correspondientes interfaces. En este caso, además del lenguaje ensamblador, se pueden utilizar lenguajes de alto nivel.

Los programas normalmente están constituidos por series de instrucciones denominados secuencias, en las cuales se incluye la correspondiente función lógica, junto a la orden de mando concreta (activación o desactivación) de salidas. Las funciones establecidas en las secuencias suelen presentarse en tres niveles de información:

- Información tipo bit. Este tipo de secuencia puede y suele equipararse a circuitos de mando con contacto de relés.
- Información tipo byte, cuyo contenido mínimo de información consta de ocho dígitos binarios.
- Información tipo word (palabra), con una configuración de dieciséis binarios.

8.3. Conexionado e instalación

La conexión de las entradas digitales suele establecerse sobre captadores de contacto, aplicando la tensión correspondiente, que normalmente incorpora el propio autómata.

El consumo total de todos los captadores junto con las entradas, no debe superar la capacidad de carga de la fuente del autómata.

Los modos de salida digital que pueden aportar los autómatas son los siguientes:

- Salidas a contactos libres de tensión por relés.
- Salidas por triacs para mandos en C.A. con conmutaciones rápidas.
- Salidas a transistores como configuración en colector abierto.